

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-258262

(43)Date of publication of application : 24.09.1999

(51)Int.Cl.

G01P 15/09

G01L 1/16

H01L 41/08

H01L 41/09

(21)Application number : 10-057981

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 10.03.1998

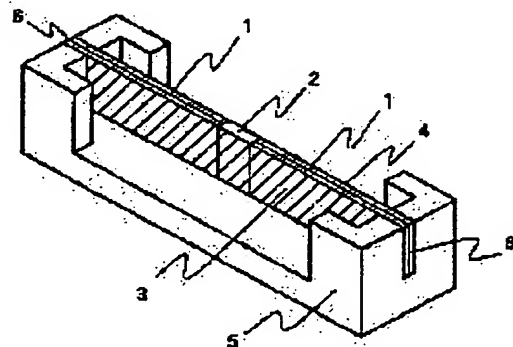
(72)Inventor : ITO CHIKAICHI

## (54) PIEZOELECTRIC SENSOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a sensor whose mass productivity is excellent and which is highly sensitive to a shock and an acceleration by a method wherein a piezoelectric element comprises a pair of piezoelectric bodies on both ends in the length direction and one or more elastic members are provided in the central part which contains the center in the length direction of a part sandwiched between the pair of piezoelectric bodies.

**SOLUTION:** A piezoelectric sensor is a straddle-mounted beam-type piezoelectric sensor in which both ends in the length direction of a piezoelectric element are fixed, and it has a structure in which two piezoelectric bodies 1 polarized in the thickness direction of the piezoelectric element are bonded by an elastic member 2 which is deformed easily. Thereby, the piezoelectric element is deformed easily by a shock and an acceleration as compared with a cantilever-type piezoelectric sensor, and its sensitivity is enhanced. An electromotive force is taken out easily. The mechanical damage of the piezoelectric sensor is not generated in its mechanical machining operation as compared with the cantilever-type piezoelectric sensor. It is preferable that an electrode 3 and an electrode 4 which are formed on the main surface of the two piezoelectric bodies 1 of the piezoelectric element are connected, e.g. by a conductor of the same material as the electrodes 3, 4 or by a conductor such as an Au conductor, an Ag conductor or the like so as to be kept at an identical potential. In addition, the piezoelectric bodies 1 are formed as piezoelectric bodies 1 of a bimorph structure, and bimorph piezoelectric bodies 1 are used. Thereby, a high output voltage is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-258262

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) IntCl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 1 P 15/09

G 0 1 P 15/09

G 0 1 L 1/16

G 0 1 L 1/16

H 0 1 L 41/08

H 0 1 L 41/08

Z

41/09

M

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平10-57981

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月10日

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72) 発明者 伊藤 親市

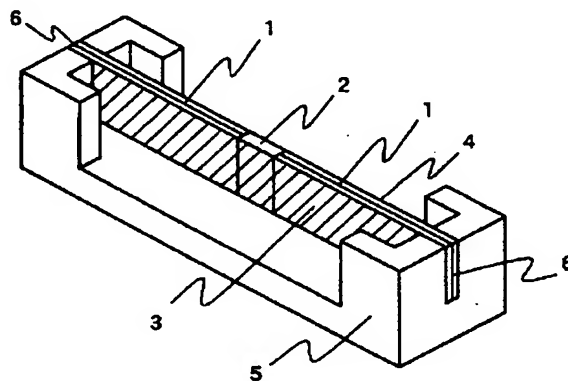
埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式  
会社磁性材料研究所内

(54) 【発明の名称】 圧電センサ

(57) 【要約】

【課題】 量産性に優れ、衝撃、加速度に対して高感度の圧電センサを提供する。

【解決手段】 両持ち梁構造の圧電センサにおいて、長板状の圧電素子の中央部に弾性部材を設置する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 長板状の圧電素子を長さ方向の両端側で支持体に固定した圧電センサであって、前記圧電素子は長さ方向の両端側に圧電体を有し、一対の圧電体に挟まれた部分で長さ方向の中心を含む中央部に少なくとも1つ以上の弾性部材を有することを特徴とする圧電センサ。

【請求項2】 前記弾性部材は前記圧電体よりもヤング率が小さいことを特徴とする請求項1に記載の圧電センサ。

【請求項3】 前記弾性部材のヤング率が $0.2 \times 10^7 \text{ N/m}^2 \sim 0.3 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ であることを特徴とする請求項1又は2に記載の圧電センサ。

【請求項4】 前記弾性部材を長さ方向に $0.05 \text{ mm} \sim 1.5 \text{ mm}$ の幅で形成したことを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の圧電センサ。

【請求項5】 前記一対の圧電体の主表面に形成した電極が、弾性部材表面に形成した導体膜で電気的に接続することを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の圧電センサ。

【請求項6】 前記一対の圧電体がそれぞれバイモルフ構造であることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の圧電センサ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は機械的な衝撃および加速度を電気エネルギーに変換して衝撃、加速度を検出する圧電素子を用いた圧電センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】圧電センサは例えば自動車の安全装置の一つであるエアバックを膨らませるための信号源となる加速度検出装置に使用される。従来の圧電センサの構成と動作を図3を用いて説明する。なお以下のすべての図において斜線部は特に電極を示し、同一機能の部分には同一符号を付けるものとする。従来例として図3に示すものは圧電素子の長さ方向の片側端を固定する片持ち梁方式の圧電センサである。

【0003】図中の1は例えば $\text{PbTiO}_3$ 、 $\text{PbZrO}_3$ （PZT）からなる圧電体である。この圧電体の図中上下面には例えば銀焼き付けにより設けられた一対の電極3、4が形成されている。またこの圧電体は厚み方向に分極処理されている。このように形成された圧電素子は、片側端を支持体5に取り付けられる。このような構成において図中矢印方向に加速度が加えられると、この加速度によって生じる力、すなわち圧電素子の自重と加速度の積によって圧電素子が歪み、出力電圧が生じる。このような片持ち梁方式の圧電センサの他に圧電素子の長さ方向の両端を固定する両持ち梁方式の圧電センサがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の片持ち梁方式圧電センサは加速度や衝撃に対する感度は高いが圧電素子の自由端で不要振動を生じやすく、得られる衝撃、加速度値の再現性および信頼性に問題があった。また圧電センサ間の衝撃、加速度値のばらつきは圧電素子の寸法精度に影響されるため該圧電素子は高い寸法精度が要求される。

【0005】圧電素子の外形寸法において、厚さ寸法は圧電体の原料粉末の粒度調整、焼結温度、焼結雰囲気等の制御等を適宜調整することで寸法精度よく形成できるが、長さ寸法は支持体への取付精度によって決定されるため、片持ち梁方式の圧電センサの組立には困難を要した。また幅寸法は圧電素子を支持体へ取付した後、研磨加工等の機械加工によって寸法調整が必要であり、片持ち梁方式では機械加工時に圧電素子の自由端が大きく変形し機械的な破損が生じたりした。

【0006】一方両持ち梁方式の圧電センサは圧電素子の両端を支持体に取り付るので、圧電素子の長さ寸法の精度は支持体の長さで容易に規定出来、また幅寸法調整時の機械加工による機械的な破損も減少する。しかしながら圧電素子の両端が固定されているので、衝撃や加速度に対する圧電素子の変形が制限され、前記片持ち梁方式の圧電センサと比べ衝撃や加速度に対する感度が小さいという問題があった。さらには、圧電素子の中央部と端部近傍とは歪みの挙動が異なるので、圧電素子の変形に応じた起電力を有効に取り出すことは困難であった。

【0007】本発明は上述の問題点を解決するためになされたもので、量産性に優れ、衝撃、加速度に対して高感度の圧電センサを得ることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するため鋭意研究の結果、発明者らは著しく構成を改善した圧電センサに想到したものである。本発明の圧電センサは、長板状の圧電素子を長さ方向の両端側で支持体に固定した圧電センサであって、前記圧電素子は長さ方向の両端側に圧電体を有し、一対の圧電体に挟まれた部分で長さ方向の中心を含む中央部に少なくとも1つ以上の弾性部材を有する。

【0009】一対の圧電体に挟まれた部分で長さ方向の中心を含む中央部に配置する弾性部材は、少なくとも前記圧電体よりもヤング率が小さく、そのヤング率は $0.2 \times 10^7 \text{ N/m}^2 \sim 0.3 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ であって、長さ方向に $0.05 \text{ mm} \sim 1.5 \text{ mm}$ の幅で形成している。さらに前記一対の圧電体の主表面に形成した電極を、弾性部材表面に形成した導体膜により電気的に接続するとともに、前記圧電体をそれぞれバイモルフ構造としている。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明に係る圧電センサの概要を図1、図2を用いて説明する。図1は本発明の一実施例

に係る圧電センサの断面図である。図2は本発明の一実施例に係る圧電センサに用いる圧電素子である。図示した矢印は圧電体の分極方向を表している。なお図1、図2は本発明の特徴を明確にするように模式的に図示しているため、支持体や圧電素子の寸法、縮尺等は実際とは一致しない。

【0011】この圧電センサは、圧電素子の長さ方向の両端を固定する両持ち梁方式の圧電センサである。ここで使用する圧電素子は、該圧電素子の厚さ方向に分極された二つの圧電体を変形が容易な弾性部材で接合した構造としている。このような構造により衝撃や加速度による圧電素子の変形は従来の両持ち梁方式のものと比べ容易となり感度が向上するとともに起電力の取り出しも容易となる。また、片持ち梁方式のものと比べ機械加工時に機械的な破損が発生することが無い。

【0012】前記弾性部材はすくなくとも前記圧電体よりも小さいヤング率であることが好ましい。さらに好ましくは、弾性体のヤング率が $0.2 \times 10^9 \text{ N/m}^2 \sim 0.3 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ である。ヤング率が $0.2 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ 未満であると、圧電素子の不要振動が生じ易くなり衝撃、加速度値の再現性や信頼性の点で好ましくない。またヤング率が $0.3 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ 以上であると衝撃や加速度に対する感度が小さくなり本発明の効果が得られなくなり好ましくない。

【0013】圧電センサとして感度は $2.0 \text{ mV/G}$ 以上が望ましく、前記弾性部材は長さ方向に $0.05 \text{ mm} \sim 1.5 \text{ mm}$ の幅で形成するのが好ましい。幅が $1.5 \text{ mm}$ を超えると衝撃や加速度に対する感度が小さくなり本発明の効果が得られなくなり好ましくない。また幅が $0.05 \text{ mm}$ であると弾性部材を精度良く形成する事が困難であるとともに圧電素子の組立も困難となるので好ましくない。

【0014】前記圧電素子の2つの圧電体の主表面に形成した電極同士を例えば前記電極と同じ材質の導体やAu、Ag等の導体で接続し電極を同電位に保つことが好ましい。また前記圧電体をバイモルフ構造の圧電体とすることで、モノモルフ構造の圧電体を用いるよりも高い出力電圧を得ることが出来る。

【0015】前記弾性部材とは、例えばプラスチック、ゴム、接着剤である。かかる知見をもとに発明の実施を行った。

【0016】

【実施例】（実施例1）初めに圧電体の作成方法について説明する。ドクターブレード法によりPZT系圧電セラミックスのグリーンシートを作製した。その後、スクリーン印刷法によりAg・Pdペーストを用いてグリーンシート上に内部電極6を印刷し、内部電極6を形成したグリーンシートを積層、圧着し、所定形状に切断して成形体を脱脂後大気中 $1100^\circ\text{C}$ で2時間焼成した。さらに電極3、4を印刷し焼付して、内部電極6と電極

3、4間に分極電界を印加し厚み方向の分極処理を施した。

【0017】この圧電体を切断機で切断し、さらに長さ $0.2 \text{ mm} \sim 2.0 \text{ mm}$ のプラスチック板（ヤング率 $0.1 \times 10^9 \text{ N/m}^2$ 、密度 $0.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ）をエポキシ系の接着剤を使用し前記圧電体で挟み込み加熱接着した。その後圧電体の両主面のプラスチック板部にAuを蒸着した。さらにこれを切断機で切断し長さ $7.4 \text{ mm}$ 、幅 $0.95 \text{ mm}$ 、厚さ $0.24 \text{ mm}$ のバイモルフ構造の圧電素子を作製した。この圧電素子を支持体に組み込み、支持体とともに研磨加工を行い圧電素子の幅を $0.85 \text{ mm}$ とした両持ち梁方式の圧電センサを作製した。

【0018】この圧電センサを加振器に取付け最大 $10 \text{ G}$ の振動を加え出力電圧をシンクロスコープで測定し、圧電素子の感度を評価した。その結果を $1 \text{ G}$ 当たりの出力電圧として表1に示す。

【0019】

【表1】

No.	弾性部材長さ(mm)	感度(mV/G)
1	0.2	2.5
2	0.7	3.3
3	1.5	2.2
4	2.0	0.3

【0020】プラスチック板の長さが $0.2 \text{ mm} \sim 1.5 \text{ mm}$ のNo.1～No.3の試料では、 $1 \text{ KHz}$ で $2.2 \text{ mV/G} \sim 3.3 \text{ mV/G}$ の出力が得られた。また研磨加工時に機械的な破損も生じ無かった。プラスチック板の長さが $2.0 \text{ mm}$ のNo.4の試料では $1 \text{ KHz}$ で $0.3 \text{ mV/G}$ の出力しか得られなかった。

【0021】（実施例2）実施例1と同様に作製した圧電体を、エポキシ系の接着剤を使用し加熱接着した。その後圧電体の両主面の接着部にAuを蒸着した。さらにこれを切断機で切断し長さ $7.4 \text{ mm}$ 、幅 $0.95 \text{ mm}$ 、厚さ $0.24 \text{ mm}$ で中央部が長さ $0.05 \text{ mm}$ の弾性部材を有するバイモルフ構造の圧電素子を作製した。この圧電素子を支持体に組み込み、支持体とともに研磨加工を行い圧電素子の幅を $0.85 \text{ mm}$ とした両持ち梁方式の圧電センサを作製した。この圧電センサの感度を評価したところ、 $1 \text{ KHz}$ で $2.5 \text{ mV/G}$ の出力が得られた。

【0022】（比較例1）実施例1と同様に作製した圧電体を、切断機で切断し長さ $7.4 \text{ mm}$ 、幅 $0.95 \text{ mm}$ 、厚さ $0.24 \text{ mm}$ のバイモルフ構造の圧電素子を作製した。この圧電素子を支持体に組み込み、支持体とともに研磨加工を行い圧電素子の幅を $0.85 \text{ mm}$ とした両持ち梁方式の圧電センサを作製した。この圧電センサの感度を評価したところ、 $1 \text{ KHz}$ で $0.3 \text{ mV/G}$ の出力しか得られなかった。

【0023】（比較例2）実施例1と同様に作製した圧電体を、切断機で切断し長さ3.7mm、幅0.95mm、厚さ0.24mmのバイモルフ構造の圧電素子を作製した。この圧電素子を支持体に組み込み、支持体とともに研磨加工を行い圧電素子の幅を0.85mmとした片持ち梁方式の圧電センサを作製した。この圧電センサの感度を評価したところ1KHzで2.8mV/Gの出力が得られたが、研磨加工時に10個中6個に機械的な破損が生じた。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、量産性に優れ、衝撃、加速度に対して高感度の圧電センサを得ることができる。

\*【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る圧電センサの斜視図である。

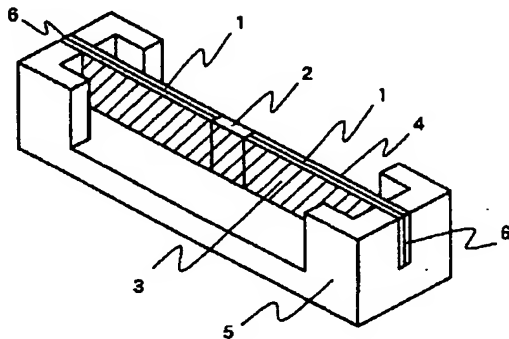
【図2】本発明の圧電センサに用いる圧電素子の斜視図である。

【図3】従来の圧電センサの斜視図である。

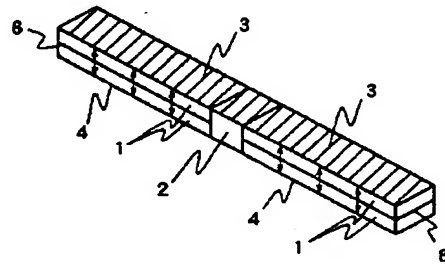
【符号の説明】

- 1 圧電体
- 2 弾性部材
- 3 電極
- 4 電極
- 5 支持体
- 6 内部電極

【図1】



【図2】



【図3】

